

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-174377

(43)Date of publication of application : 31.07.1987

(51)Int.Cl.

C23C 14/48  
F01D 5/28  
// D01F 9/08

(21)Application number : 61-013336

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 24.01.1986

(72)Inventor : MURAKAMI YUICHIRO  
YAMAOKA TAKASHI  
ONO SHUJI

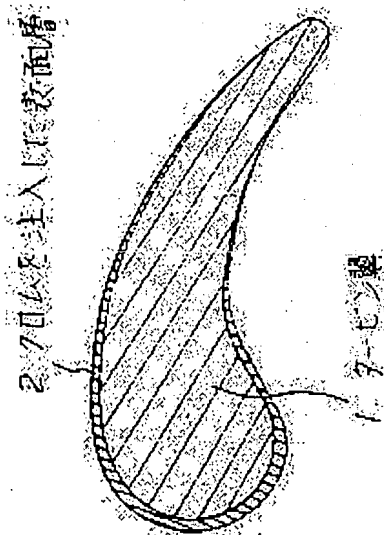
## (54) TURBINE VANE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prolong the life of a turbine vane by implanting ions of a specified element into the surface of a fiber reinforced metal such as Al or Ti alloy reinforced with whiskers so as to improve the erosion and corrosion resistances of the resulting turbine vane.

**CONSTITUTION:** Ions of 1W3 kinds of elements selected among Cr, Ti, Mo, W, Ni, Si, C, N, O, B, Ba, Ca, Y, Al, Zr and Sr are successively implanted into the surface of a metallic composite material for a turbine vane 1 at about 50W500keV acceleration voltage by about 1014W1019ions/cm2. The metallic composite material is a fiber reinforced metal obt'd. by reinforcing an Al or Ti alloy as a base alloy with ceramic filaments or whiskers of one or more among B, SiC, C and Al2O3.

Thus, a turbine vane having an erosion and corrosion resistant surface layer (e.g., a CR implanted surface layer) 2 is obt'd.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-174377

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup> 織別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 昭和62年(1987)7月31日  
 C 23 C 14/48 6554-4K  
 F 01 D 5/28 7910-3G  
 // D 01 F 9/08 6791-4L 審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 タービン翼

⑯ 特 願 昭61-13336

⑰ 出 願 昭61(1986)1月24日

⑱ 発 明 者 村 上 勇 一 郎 長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内  
 ⑲ 発 明 者 山 岡 隆 長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内  
 ⑳ 発 明 者 小 野 修 二 長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内  
 ㉑ 出 願 人 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号  
 ㉒ 代 理 人 弁理士 坂 間 暁 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

タービン翼

## 2. 特許請求の範囲

アルミニウム合金またはチタン合金の母合金を基体とし、炭化けい素、炭素、アルミナの単体もしくはこれらの2種以上の混合体からなるセラミックス繊維またはウiskerで強化した繊維強化金属からなるタービン翼の金属複合材料の表面に、クロム、チタン、モリブデン、タングステン、ニッケル、けい素、炭素、窒素、酸素、ホウ素、バリウム、カルシウム、イットリウム、アルミニウム、ジルコニウム、ストロンチウムイオンのうち少なくとも1〜3種のイオンを注入してなることを特徴とするタービン翼。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は水蒸気タービンにおける耐エロ-

ジョン性および耐食性に優れた金属複合材料からなるタービン翼に関する。

〔従来の技術〕

火力、原子力、地熱発電用の蒸気タービン翼は、蒸気中に含まれる水垢や熱水により著しいエロージョンをうけるため、優れた耐エロージョン性や耐食性を有する金属や合金、例えばハステロイ、SUS316L、炭素鋼等により製造されている。更に、耐エロージョンや耐食性を高めるために、タービン翼の蒸気流入側には、耐食性の金属材料(例えばステライト)がろうり付け、または溶接によりはりつけられていた。このためタービン翼は重量が大きくなり、高速回転時には、タービン翼に大きい負担がかかる。更にタービン翼へのステライト等の溶接時に、高温加熱による悪影響(例えば母材への熱影響や材料劣化等)などの問題点があった。

そこで、一般に金属材料にアルミニウム合金

## 特開昭62-174377 (2)

やチタン合金などを母材とした繊維強化金属を低圧蒸気タービン動翼に適用することにより、翼材料の軽量化と高強度化が達成できることが最近実証された結果、繊維強化金属を用いることにより、母材よりも耐エロージョン性が同時に向上することが判明し、繊維強化金属は有力な蒸気タービン翼材料となることがわかった。

## 〔発明が解決しようとする問題点〕

ところがタービン翼材料として金属複合材料を実用化するためには、さらに耐エロージョン性と耐食性を向上させることが望まれている。

## 〔問題点を解決するための手段〕

そこで本発明では、イオン注入により繊維強化金属の表面に耐エロージョン性と耐食性に優れた表面層を形成し、超量で耐エロージョン性および耐食性の金属複合材料からなる蒸気タービン翼を提供することを目的として、

実施する。

なお、タービン翼表面に注入するイオンの加速電圧が50 keV以下ではイオンがタービン翼表面内に注入しにくい不具合がある。従って、イオンのエネルギーが大きい程好ましいが、イオンのエネルギー（加速電圧）が500 keV以上になるとエネルギー発生装置（200～300 keVのものが実用されている。）が大型となり、経済的に不経済となり、注入面が損傷することもある。

また、タービン翼表面内に注入するイオンの量が $10^{14}$ イオン/cm<sup>2</sup>以下と少ないと、イオン注入による耐エロージョン性および耐食性の効果向上が十分でなく、注入するイオンの量が逆に $10^{16}$ イオン/cm<sup>2</sup>以上と多くなると、母材の特性が変化して耐エロージョン性および耐食性の向上が期待できない不具合がある。

従って、本発明では、タービン翼表面にイオンを注入する際、イオンの加速電圧は50

アルミニウム合金またはチタン合金の母合金をボロン、炭化けい素、炭素、アルミナの単独もしくはこれらの2種以上の混合体からなるセラミックス繊維またはウiskアーで複合強化させた繊維強化金属からなる低圧蒸気タービン動翼の表面にクロム、チタン、ニッケル、モリブデン、タングステン、けい素、炭素、窒素、酸素、珪素、バリウム、カルシウム、イットリウム、アルミニウム、ジルコニウム、ストロンチウムイオンのうち少なくとも1～3種のイオンを50～500 keVの加速電圧で、 $10^{14}$ ～ $10^{16}$ イオン/cm<sup>2</sup>の量だけ逐次注入し、耐エロージョン性および耐食性の表面層を形成させるようにした。また、イオン注入はタービン翼の全面に均一におこなうのではなく、蒸気流入側のより耐エロージョン性耐食性が要求されるタービン翼部分に注入量を多くすることにより、イオン注入による特性向上をより効果的にするように

～500 keVに、注入量は $10^{14}$ ～ $10^{16}$ イオン/cm<sup>2</sup>に調整することが好ましい。

## 〔作用〕

そこで繊維強化金属からなるタービン翼の表面に上記条件に調整して注入したクロム、ニッケルなどのイオンによりタービン翼表面に形成された多元系の合金層、または2種のイオンを同時注入することにより繊維強化金属のタービン翼表面に形成された酸化クロム、炭化クロム、窒化チタンなどを含むセラミックス金属複合層によりタービン翼の表面が硬化するとともに耐エロージョン性と耐食性が向上する。

## 〔実施例〕

炭化けい素ウiskアーにより強化されたアルミニウム合金（A6061）からなる繊維強化金属の表面に、160 keVのエネルギーでクロムイオンを $2 \times 10^{15}$ イオン/cm<sup>2</sup>だけ注入した。第1表はこのイオンを注入した試験材の

## 特開昭62-174377 (3)

キャビテーションエロージョン試験をおこなうため、微圧式エロージョン試験機により、水道水中で振動数 6.5 kHz、振幅 90  $\mu$ m で試験片を 30 分間振動させた後の試験材の重量減を測定した母材との比較結果を示している。

第 1 表

試験材 区分	母材 (A6061)	FRM (Sicウイスキー/A6061)	FRM・イオン注入材
試験前後	1.000	2.087	1.157
試験後(%)	1.012	1.083	1.155
減量比(%)	0.0	0.27	0.17

第 1 表の重量比較表によると、繊維強化材は母材に比較して耐キャビテーションエロージョン性が非常に優れているが、イオン注入することによりさらに特性が向上することがわかり、イオン注入が有効な表面処理手段であることがわかった。また 100℃で亜硫酸ガスを含む水蒸気雰囲気中で 200 時間保持し、

イオン注入した試験材の腐食試験をした結果、重量変化は認められず、耐食性も優れていることがわかった。なお、第 1 図は実際に試作したタービン動翼断面を模式図として参考に示す横断面図である。図中、1 は繊維強化金属からなるタービン翼を、2 はタービン翼表面内にクロムを注入した表面層を示している。

次に炭化けい素ウイスキーにより強化されたチタン合金 (Ti-6 重量% Al-4 重量% V) の表面に 100 keV のエネルギーで亜鉛イオンを  $2 \times 10^{19}$  イオン/cm<sup>2</sup> だけ注入した。第 2 表はこの材料のキャビテーションエロージョン試験結果である。第 2 表から FRM に亜鉛イオンを注入することにより、耐キャビテーションエロージョン性が非常に優れていることがわかる。

以上のことからイオン注入は有効な表面処理手段であることが実証された。

第 2 表

試験材 区分	FRM (Sicウイスキー/Ti-Al-V)	FRM・イオン注入材
試験前後	1.000	1.797
試験後(%)	1.055	1.796
減量比(%)	0.21	0.06

するところが大きい。

## 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明に係る一実施例のタービン動翼断面を示す横断面図である。

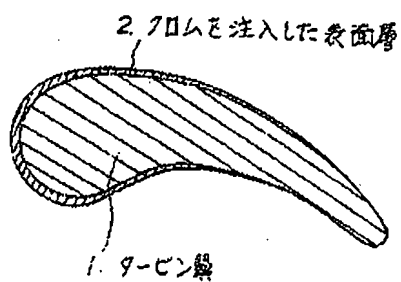
1 … 繊維強化金属 (Sicウイスキー/A6061) からなるタービン翼、2 … クロムを含む耐エロージョン性および耐食性を有する表面層。

## 〔発明の効果〕

本発明により繊維強化金属の低圧蒸気中における耐エロージョン性と耐食性を向上でき、蒸気タービン動翼などのタービン部品の性能向上に効果がある。タービン翼材料の表面にセラミックスを溶射により被覆したタービン翼では、セラミックスと母材との熱膨張係数の差により、くり返し使用時の応力による劣化などの可能性があるが、イオン注入した材料では注入された元素の濃度は深さ方向に連続的に変化するので、タービン部品の長寿命化にも効果がある等本発明は産業の発達に寄

代理人 坂 間 聡

特開昭62-174377(4)



第1図